

PAT-NO: JP411191216A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11191216 A

TITLE: MAGNETIC DISK AND SUBSTRATE THEREFOR

PUBN-DATE: July 13, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TANAKA, HIDEAKI	N/A
GOMI, KENICHI	N/A
SAWAHATA, SHOICHI	N/A
KONDOU, MAKI	N/A
OURA, MASAKI	N/A
MIYAKE, YOSHIHIKO	N/A
KATO, YOSHIKI	N/A
OKUWAKI, TOYOJI	N/A
OKAMOTO, NORIAKI	N/A
NAKAGAWA, YOSHIO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A

APPL-NO: JP10296405

APPL-DATE: October 19, 1998

INT-CL (IPC): G11B005/82, G11B005/72

ABSTRACT:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To maintain floating stability of a magnetic head over a long period by arranging a lot of projecting parts having about a constant height on a disk surface to be helical centering the center of the disk, and making the deviated amount in the radial direction between those projecting parts, which are helically arranged and successively adjacent to each other, to the radial width of the projecting part or less.

**SOLUTION:** Linear or pit-formed projecting parts 7, consisting of parts of circular arcs of concentric circles or helical circles centering the center of rotation of a magnetic disk 14, are arranged regularly. A part of non-projected part is arranged so as to be smoothly successive from the internal circumference to the external circumference of the magnetic disk 14 within a moving area of a magnetic head. Thus, when the magnetic disk 14 is rotated by putting a slider on the magnetic disk 14, the projecting parts 7 are faced to the whole surface of the slider while they are successively slipping off to the side of the external circumference, so dusts adhered to the slider can be removed therefrom and can further be removed off the side of the external circumference through the non-projecting parts 7 by a centrifugal force.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-191216

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月13日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

G 1 1 B 5/82  
5/72

識別記号

F I

G 1 1 B 5/82  
5/72

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-296405  
(62) 分割の表示 特願平9-286496の分割  
(22) 出願日 平成2年(1990) 3月2日

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72) 発明者 田中 秀明  
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
(72) 発明者 五味 憲一  
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
(72) 発明者 沢島 昇一  
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

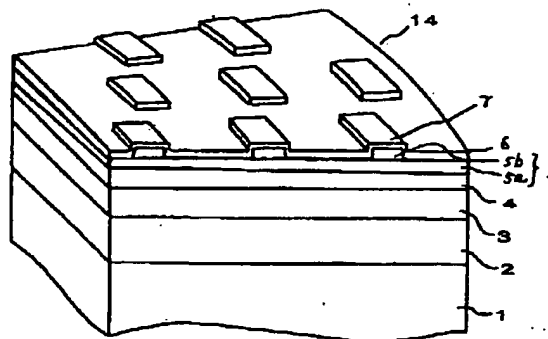
(54) 【発明の名称】 磁気ディスクおよび磁気ディスク用基板

(57) 【要約】

【課題】 磁気ヘッドとの摩擦力や吸着力が低く、低浮上量においても磁気ヘッドの浮上安定性を保証し、長期に亘って特性劣化の小さく、且つ耐食性を有する磁気記録媒体を再現性良く提供する。

【解決手段】 基板上に磁性層と保護層を有する磁気ディスクにおいて、保護層を、前記磁性層を覆う第一保護層と該第一保護層上に設けられた第二保護層から構成し、第二保護層により多数の凸部を形成し、第一保護層により耐食性を得る。

図 12



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に磁性層と保護層を有する磁気ディスクにおいて、前記磁気ディスクの表面の少なくとも一部領域に該表面より突出した多数の凸部を有し、該凸部の高さはほぼ一定の高さを有し、該凸部は前記磁気ディスクの中心に対してらせん状に配置され、該らせん状に配置された凸部の連続して隣接する凸部間の半径方向のずれ量が、該凸部の半径方向の幅以下であることを特徴とする磁気ディスク。

【請求項2】非磁性円板よりなる磁気ディスク用基板において、前記基板の表面の少なくとも一部領域に該表面より突出した多数の凸部を有し、該凸部の高さはほぼ一定の高さを有し、該凸部は前記基板の中心に対してらせん状に配置され、該らせん状に配置された凸部の連続して隣接する凸部間の半径方向のずれ量が、該凸部の半径方向の幅以下であることを特徴とする磁気ディスク用基板。

【請求項3】基板上に磁性層と保護層を有する磁気ディスクにおいて、前記磁気ディスクの表面の少なくとも一部領域に該表面の表面粗さより大きい高さで該表面より突出した多数の凸部を有し、該凸部の高さは、5nm以上40nm以下、かつその平均高さに対して30%以内の分布で、ほぼ一定の高さを有し、該凸部は前記磁気ディスクの中心に対してらせん状に配置され、該らせん状に配置された凸部の連続して隣接する凸部間の半径方向のずれ量が、該凸部の半径方向の幅以下であることを特徴とする磁気ディスク。

【請求項4】非磁性円板よりなる磁気ディスク用基板において、前記基板の表面の少なくとも一部領域に該表面より突出した多数の凸部を有し、該凸部の高さは、5nm以上40nm以下、かつその平均高さに対して30%以内の分布で、ほぼ一定の高さを有し、該凸部は前記基板の中心に対してらせん状に配置され、該らせん状に配置された凸部の連続して隣接する凸部間の半径方向のずれ量が、該凸部の半径方向の幅以下であることを特徴とする磁気ディスク用基板。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ディスク装置及びそれに用いられる磁気記録媒体と磁気記録媒体の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、コンピュータシステムの外部記憶装置としての磁気ディスク装置の重要度は益々高まり、その記録密度は年々著しい向上が図られている。

【0003】磁気ディスク装置の記録密度を向上させるためには、記録再生時の磁気ヘッドの浮上量を小さくするのが良く、その際の磁気ヘッドの浮上安定性を確保するために、磁気記録媒体の表面はできるだけ平坦であることが要求される。

【0004】ところで、磁気ディスク装置の起動時及び停止時において磁気ヘッドと磁気記録媒体の間に生ずる摩擦力は、両者の摩擦を引き起こし、書き込み特性或いは読み出し特性等の特性劣化の原因となる。さらに、磁気記録媒体が静止している状態で磁気ヘッドと磁気記録媒体の間に水分等が介在すると、両者が強固に吸着し、この状態で起動すると磁気ヘッドと磁気記録媒体の間に大きな力が生じ、磁気ヘッドや磁気記録媒体の損傷を招く恐れがある。このような摩擦力や吸着力は、磁気記録媒体の表面が平坦であるほど大きくなる傾向があり、前記した記録密度の向上に伴う磁気ヘッドの浮上安定性に対する要求と相反する。

【0005】このような摩擦力や吸着力を低減するために、磁気記録媒体の表面に微小凹凸を形成することが知られている。

【0006】一例として、特開平1-134720号公報には、磁気記録媒体の表面に島状に突起を設けることが示されている。

【0007】特開平1-122028号公報には、磁気記録媒体の磁性層表面に金属アルコキシド溶液を塗布し、急速加熱して磁性層表面に凹凸を有する保護層を形成することが示されている。

【0008】特開昭57-20925号公報には、磁性層又は保護層の表面に直径が0.03~0.1mm、高さが約0.05μmの円柱状の突起部を設けることが示されている。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、いずれも磁気記録媒体に対する磁気ヘッドの浮上量を小さくすること、およびその場合に磁気記録媒体に磁気ヘッドを支持用スライダが吸着するのを防止することを狙っている。

【0010】磁気ヘッドの浮上安定性を長期にわたって持続することについては、配慮していない。

【0011】本発明の目的は、磁気ヘッドの浮上安定性を持続できるようにした磁気記録媒体を提供することにある。さらに、磁気記録媒体の耐食性を向上させることにある。

【0012】本発明の他の目的は、上記目的を達成する磁気記録媒体を備えた磁気ディスク装置を提供することにある。

【0013】本発明の更に他の目的は、磁気ヘッドの浮上量を0.2μm以下にでき、なお且つ浮上安定性を長期にわたって持続することができる磁気ディスク装置、およびそのための磁気記録媒体を提供することにある。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気ディスク装置は、本質的には、基板上に磁性層と表面保護層を有する少なくとも一枚の磁気ディスク、回転中の前記磁気ディスクと微小間隙をもって対向し、スライダによって

支持されている磁気ヘッド、前記磁気ディスクを回転する回転手段、および前記磁気ヘッドを前記磁気ディスク上の所定の位置に移動し位置決めする磁気ヘッド位置決め手段、を具備する磁気ディスク装置において、前記磁気ディスクの表面に下記(イ)と(ロ)を具備する多数の表面平坦な凸部を有することを特徴とする。

【0015】(イ) 該磁気ディスクの同一円周上および同一半径上で凸部が分断されており該凸部間に凹部を有し、該磁気ディスクの最も近接している該凸部間の間隔が0.2〜50 $\mu$ mである。

【0016】(ロ) 該磁気ディスク上の任意の位置に前記スライダを用いて該磁気ディスクを一回転したときに該スライダの全面に前記凸部が接触するように該凸部が配置されている。

【0017】本発明は、磁気記録媒体の表面に表面平坦な凸部を多数備えると共に、該凸部に前記(イ)、(ロ)の要件を具備させることによって、磁気ヘッドの浮上量を小さくし且つ浮上安定性を持続できるという事実の究明に基づいている。

【0018】前記(ロ)の要件を備えることによって、磁気ヘッドおよびスライダに付着する塵埃を凸部によってかき落すことができる。

【0019】前記(イ)の要件を備えることによって、磁気ヘッドおよびスライダからかき落とした塵埃を、磁気記録媒体表面の凸部間の凹みを利用してスライダ外部へ排出できるようになる。

【0020】この(イ)と(ロ)に基づく効果により、磁気ヘッドの浮上量を著しく小さく設定することが可能となり、しかも磁気ヘッド浮上量をほぼ一定に保持することができるようになる。

【0021】なお、本明細書において、磁気ディスクと磁気記録媒体とは、同一である。

【0022】発明者らは磁気記録媒体に形成する種々の凹凸形状について検討を行った結果、長期にわたる磁気ヘッドの浮上安定性を確保するためには、基板上に磁性層及び表面保護層を形成し、表面保護層の表面に凹凸形状を与えるに際し、その凹凸の配置が磁気ヘッド又は磁気記録媒体に付着した微小塵埃を速やかに除去しうような作用を有することが極めて重要であることを見出した。

【0023】従来技術の特開平1-134720号公報、特開平1-122028号公報及び特開昭57-20925号公報のいずれにも、磁気記録媒体表面の凹凸によって塵埃除去作用を持たせることは記載されていない。又、塵埃除去作用を有するような凹凸形状或いは凹凸配置になっていない。

【0024】本発明において、磁気記録媒体表面の凸部は、表面平坦であることが望ましく、特に全ての凸部がほぼ一定の高さに保たれていることが望ましい。

【0025】凸部表面が鋭くとかつていたり或いは平坦

な凸部表面に部分的に鋭い突起があると、磁気ヘッドの浮上安定性が悪くなり、最悪の場合には磁気ヘッドと磁気記録媒体が接触することにより磁気記録媒体又は磁気ヘッドの破損を引き起こす恐れがある。

【0026】更に凹凸形状の不均一は、磁気ヘッドの浮上安定性に影響し、たとえ磁気ヘッドと磁気記録媒体とが接触しなくとも、浮上量が変化しやすくなるという問題点がある。したがって、凸部は規則的に或いはほぼ規則的に配置されていることが、望ましい。

10 【0027】磁気ヘッドの浮上量の変動は、記録再生時の出力変動を引き起こし、S/N比低下の一因となる。さらに浮上量の変動によっては、磁気ヘッドの位置決めのためのサーボ信号の出力も変動するため、磁気ヘッドの位置決めの精度が低下するという問題点もある。このような磁気ヘッドの浮上量変動による問題点は、磁気ディスク装置の高記録密度化のために浮上量を小さくするほど、例えば浮上量を0.2 $\mu$ m以下とした場合に特に顕著になる。

20 【0028】凸部表面が平坦であることを目安として、触針式粗さ計で磁気ディスク表面の円周方向の任意長さ例えば100 $\mu$ mの長さの凸部高さ(凸部上面の中心線から隣接する凹部の中心線までの高さ)を測定したときに、最大凸部高さの30%を超える高さの突出部を凸部表面に有しないことが望ましい。

30 【0029】又、凸部高さがほぼ一定であることを目安として、触針式粗さ計で任意長さ例えば100 $\mu$ mの凸部高さを測定したときに、最大凸部高さの50%以上の高さの凸部について、その高さの平均値に対して30%を超える高さ或いは30%を下回る高さの凸部が存在しないことが望ましい。

【0030】磁気ディスクすなわち磁気記録媒体の最も近接している凸部間の間隔は0.2〜50 $\mu$ mであることが望ましい。

【0031】凸部の個数は400個/mm<sup>2</sup>以上であり、250,000個/mm<sup>2</sup>を超えないことが望ましい。

【0032】凸部がまばらに存在すると空気流の乱れが生じやすくなり、磁気ヘッドの浮上量変動が起こりやすくなる。一方、凸部が密に存在しすぎると塵埃が排出されにくくなる。

40 【0033】凸部一個当りの大きさは、磁気ディスクの半径方向の幅で0.1 $\mu$ m以上、10 $\mu$ m以下、磁気ディスクの円周方向の幅で0.5 $\mu$ m以上、1mm以下であることが望ましい。

【0034】半径方向の幅で0.1 $\mu$ mよりも小さいと塵埃が凸部に衝突したときに、凸部が強度的に持たず破損したりするおそれがある。半径方向の凸部の幅が10 $\mu$ mよりも大きいと、塵埃が凸部の左右両側に移動しにくくなり、塵埃をかみ込んでしまうおそれがある。

50 【0035】円周方向の凸部の幅が0.5 $\mu$ mよりも小さいと塵埃が衝突したときに強度的に弱く、1mmより

も大きいと塵埃が磁気ディスクの半径方向へ排出されにくくなるおそれである。

【0036】凸部の高さは5nmよりも高く、40nmよりも低く、その範囲内ではほぼ一定の高さを有することが望ましい。

【0037】更に、凸部は磁気ディスク表面の凸部形成領域内において、一平方ミリメートル当りの凸部総面積の面積比率が0.1%以上、80%以下になるように備えられていることが望ましい。

【0038】凸部は、磁気ディスク表面に同一円周上で10の前記凸部の面積比率の偏差が一平方ミリメートル当り20%以内になるように規則的に或いはほぼ規則的に配置されていることが望ましい。

【0039】凸部の分布が著しくばらつくと、磁気ヘッドの浮上量の変動をきたすおそれがある。

【0040】塵埃を磁気ディスク表面の凸部間の凹みを利用して磁気ディスクの外部へ排出しやすくするために、凹部の底面もできるだけ平坦面とすることが望ましい。

【0041】凹部底面が平坦面であることを目安として、触針式粗さ計で測定した任意長さ、例えば100μmの長さにおける最大凸部高さの30%を超える高さの凸部を凹部内に有しないことが望ましい。

【0042】更に、塵埃を磁気ディスクの外周に向けて排出しやすくするために、磁気ディスクを回転したときに磁気ヘッドに対し凸部を順次外周側にずれて位置するように配置することが望ましい。

【0043】本発明によれば、磁気ディスクと磁気ヘッドとの間隔を0.02~0.2μmという今までに例のない微小間隔に設定し、なお且つ浮上量を安定に維持30することが出来る。

【0044】磁気ディスク表面の凸部は、例えば下記①、②及び③の方法によって形成することができる。

【0045】①基板表面に直接又は下地層を有する基板表面に凸部を形成、②磁性層表面に凸部を形成、③保護層表面に凸部を形成。

【0046】磁気ヘッドの浮上量を0.02~0.2μmと著しく小さくする場合には、磁性層表面に凹凸があると、それがS/N比の低下に影響しやすい。従って、磁気ヘッドの浮上量をこのように著しく小さくする場合には、磁性層を平坦面とし、その上の表面保護層に凸部40を形成することが望ましい。

【0047】ただし、前記 および のように基板表面あるいは磁性層表面に凸部を形成した場合でも、形成した凸部の形状が磁気ディスク表面まで実質的に維持されている場合には、浮上量の安定維持に対しては十分に効果がある。

【0048】一般の磁気記録媒体の基板はアルミニウム合金円板と、その上に形成された硬質な下地層より成る。アルミニウム合金の代りにガラス、セラミックス等50

硬度の高い円板材料を用いた場合には下地層が省略されることもある。本発明ではこれらを含めて基板と総称する。基板の上には磁性層が形成されるが、この両者の間には、密着性向上や磁性層の特性向上を目的として中間層が形成される場合もある。磁性層の上には保護層さらには必要に応じて潤滑層が形成されて、磁気記録媒体が構成される。

【0049】本発明では、保護層と潤滑層とを含めて表面保護層と総称する。

【0050】保護層は、一層だけに限らず、多層に形成してもよい。

【0051】磁気記録媒体の製造方法としては、下記(イ)~(ニ)の方法が好ましい。

【0052】(イ) 表面保護層として潤滑層およびその下層の保護層を備えた磁気記録媒体の製造方法において、前記保護層表面にマスクパターンを形成し、該保護層をその膜厚の範囲内で該マスクパターンに従ってエッチングしたのち、該マスクパターンを除去することにより、所望の形状、寸法の凸部を形成し、その後その上に前記潤滑層を形成する。

【0053】(ロ) 表面保護層として潤滑層およびその下層の保護層を備えた磁気記録媒体の製造方法において、前記保護層表面にリングラフィー技術によりマスクパターンを形成し、該保護層をその膜厚の範囲内で該マスクパターンに従ってエッチングしたのち、該マスクパターンを除去することにより、所望の寸法、形状の凸部を形成し、その後その上に前記潤滑層を形成する。

【0054】(ハ) 表面保護層として潤滑層およびその下層の保護層を備えた磁気記録媒体の製造方法において、前記保護層表面に光、レーザ、又は荷電粒子のビーム照射により硬化しうる物質を 状に形成し、該面に光、レーザ、又は荷電粒子のビームを選択的に照射して部分的に硬化させたのち未硬化部を除去することにより、所望の寸法、形状の凸部を形成し、その後その上に前記潤滑層を形成する。

【0055】(ニ) 表面保護層として潤滑層と二層の保護層を形成し磁気記録媒体を製造する方法において、前記二層の保護層を形成したのち表面にマスクパターンを形成し、上層に当たる第二層目の該保護層を該マスクパターンに従ってエッチングしたのち、該マスクパターンを除去することにより、第一層目の保護層の表面に所望の寸法、形状の凸部を形成し、その後潤滑層を形成する。

【0056】磁気記録媒体の表面に凹凸を形成した従来技術としては、先に示した3件の公開特許公報のほか下記がある。

【0057】特開昭55-84045号公報：鏡面基板上に表面粗さ20~50nmの保護層を形成する。

【0058】特開昭58-53026号公報：保護層表面に気体イオンを照射して面粗度50~100nmまでエッチ

ングする。

【0059】特開昭62-22241号公報：保護層にその膜厚を超えない範囲の凹凸を形成する。特開昭62-23147号公報：保護層表面に同心円状の溝を形成する。

【0060】特開昭62-222435号公報：金属アルコキシドの硬化膜保護層にレーザを部分照射して凹凸を形成する。

【0061】特開昭63-188821号公報：保護層状にシリコンオイル膜を形成し、部分的にエキシマレーザーで硬化してスパイラル状、同心円状或いはスポット状の凹凸を形成する。

【0062】特開平1-13227号公報：潤滑層の厚さよりも大きく保護層の厚さよりも小さい同心円状の保護層を形成する。

【0063】特開昭62-107427号公報：炭素を主とする潤滑膜（保護層）を研磨により粗面化する。

【0064】特開昭63-191312号公報：保護層表面を円周方向に研磨し、凹凸を形成する。

【0065】特開昭61-120344号公報：磁気ヘッドよりも硬い物質を含む保護層を形成後、一部をスパツタエッチングして微小突起を形成する。

【0066】特開昭63-29320号公報：磁性層上に島状に硬い物質を固定する。

【0067】特開昭61-216114号公報：有酸化合物のプラズマ重合保護層に凹凸を形成する。特開昭62-24423号公報：保護層にその膜厚を超えない範囲で凹凸を形成する。特開昭63-168830号公報：二層構造の保護層表面をプラズマエッチングして凹凸を形成する。

【0068】特開平1-109527号公報：磁気記録媒体表面の低硬度保護層にスタンプで凹凸を形成する。

【0069】これらの技術は、いずれも磁気ヘッド支持用スライダに付着した塵埃を磁気ディスクの外部へ排出するように凹凸を形成することは開示していないし、又、そのような機能を有していない。

【0070】本発明によれば、第一に、表面保護層の表面に凸部を備えることにより、凸部分のみが磁気ヘッドと直接対向し、磁気記録媒体の磁気ヘッドと接触する面積比率を小さくできるため、磁気ヘッドとの摩擦力や吸着力を低くすることができる。第二に、表面保護層に形成される凸部を規則的或いはほぼ規則的に配置することにより、磁気ヘッドの浮上量変動が少なく、磁気記録媒体の全面に有って磁気ヘッドの浮上安定性を確保でき、浮上量変動による出力変動を防止できる。第三に、平坦に加工された基板上に磁性層を形成した場合には、磁性層もほぼ平坦となり、磁性層の凹凸による記録再生時の出力変動を小さくすることができる。

【0071】以上のように本発明によれば、磁気ヘッドとの摩擦力や吸着力を低くし、出力変動を防止し、磁気ヘッドの安定浮上を確保できるため、高い記録再生精度を有し、また高記録密度化に伴う磁気ヘッドの低浮上量

化に対応できる磁気記録媒体及びそれを用いた磁気ディスク装置を得ることができる。

【0072】さらに第四に、表面保護層に備えられる凸部を、磁気ヘッド又は磁気記録媒体に付着した微小塵埃を速やかに除去しうるように配置することにより、微小塵埃による磁気ヘッドクラッシュを起こりにくくし、長期にわたって磁気ヘッドの浮上安定性を確保することができる。

【0073】以上のように本発明によれば、長期にわたる磁気ヘッドの安定浮上を確保できるため、高い記録再生精度を有し、また高記録密度化に伴う磁気ヘッドの低浮上量化に対応でき、かつ長期の耐久性を有する磁気記録媒体及びそれを用いた磁気ディスク装置を得ることができる。

【0074】

【発明の実施の形態】以下本発明を、具体的に説明する。

【0075】表面保護層表面に備えられる凸部は、特許請求の範囲に記載の（イ）、（ロ）の要件を具備し、且つ規則的に配置されていることが望ましい。これにより、磁気記録媒体の全面において磁気ヘッドの浮上量を安定に制御でき、浮上量変動による出力変動を押さえることができる。特に、少なくとも磁気記録媒体の回転中心に対する同一円周上の任意の点では、単位面積当たり、例えば一平方ミリメートル当たりの凸部の面積比率がほぼ一定となるようにすれば、磁気ヘッドをあるトラック位置に静止して磁気記録媒体を回転させた場合に、磁気ヘッドはスライダの大きさの範囲内で常にほぼ同一の面積比率で凸部に対することになり、浮上量変動を低く抑えることができる。また、凸形成部の全面にわたり、単位面積当たり、例えば一平方ミリメートル当たりの凸部の面積比率がほぼ一定となるようにすれば、磁気記録媒体を回転させて磁気ヘッドを移動させた場合でも、磁気ヘッドはスライダの大きさの範囲内で常にほぼ同一の面積比率で凸部に対することになり、全面に亘って浮上量変動を低く抑えることができる。ただし、磁気記録媒体の回転によっては、内周部と外周部では線速度が異なるため、必要に応じて内周側から外周側にかけて凸部の面積比率を連続的に少しずつ変化させてもよい。

【0076】表面保護層表面に備えられる凸部は、少なくとも磁気記録媒体の同一円周上で不連続とする。これは、磁気ヘッドを静止して磁気記録媒体を回転させた場合、磁気ヘッドのある一点からみると断続的に凸部に対することになり、これにより磁気ヘッドに微小塵埃が付着した場合でも容易に除去されるためである。

【0077】また表面保護層表面に備えられる凸部は、不連続な線状またはビット状であって、凸のない部分の少なくとも一部が磁気ヘッドの移動領域内において、磁気記録媒体の内周から外周にかけてなめらかに連続して

10

20

30

40

50

いることが望ましい。これは、磁気ヘッドと磁気記録媒体の間に微小塵埃が侵入した場合でも、凸形成部に沿って遠心力により微小塵埃が外周側に除去されやすいためである。

【0078】上記のような条件を全て満足する。最も好適な凸部の配置は以下のようなものである。例えば、磁気記録媒体の回転中心又は回転中心から意図的にずらしたパターン中心に対して同心円又はらせん状の円弧の一部よりなる線状またはビット状の凸部を全面に亘って規則的に配置したものであって、凸部のない部分の少なくとも一部が磁気ヘッドの移動領域内において、磁気記録媒体の内周から外周にかけてなめらかに連続するように凸部が配置されている。より具体的に例を述べれば、例えば幅 $2\mu\text{m}$ 、ピッチ $6\mu\text{m}$ で磁気記録媒体の回転中心に対して同心円状の円弧上に、例えば中心角で $0.02$ 度分の円弧状の凸部を中心角で $0.03$ 度おきに磁気ディスクの回転方向に向かって順次内周側に $2\mu\text{m}$ ずつずらして全面に形成したものである。ここに示した凸部の配置パターンの例を模式的に第4図に示す。この具体例では、磁気ディスク上にスライダを置いて磁気ディスクを回転させた場合、凸部が順次外周側にずれながらスライダ全面に対するため、スライダに付着した塵埃を除去する効果大きい。また凸部7の切り裂き部分が磁気記録媒体(磁気ディスク)14の内周から外周にかけて直線的に連続するため、磁気ヘッドと磁気記録媒体の間に微小塵埃が侵入した場合でも、遠心力により微小塵埃が外周側に除去されやすい。なお、実際には第4図のような円弧状の凸部が全面に多数配置された形状をとる。磁気ディスクの半径 $50\text{mm}$ の位置における、実縮尺での本具体例の凸部配置を $200\mu\text{m}$ 四方の面積について示したものが第9図である。

【0079】この例では、一平方ミリメートル当りの凸部の面積比率は磁気ディスク全面に亘って約 $22\%$ であり、一平方ミリメートル当りの凸部の個数は、半径 $50\text{mm}$ の位置で約 $6,500$ 個である。

【0080】本具体例の変形例としては凸部の大きさやピッチを変えた第5図の配置や、凸部の配置をななめにずらした第10図のような例がある。

【0081】また他の例としては、規則的な格子模様の頂点に対応する部分にビット状の凸部を全面に亘って規則的に配置したものが好適である。より具体的に例を述べれば、例えば $4\mu\text{m}$ ピッチの四角格子の交点に対応する部分に、例えば直径 $2\mu\text{m}$ のビット状の凸部を全面に配置したものである。ここで示した凸部の配置パターンの例を模式的に第6図に示す。なお、実際には第6図のようなビット状の凸部7が全面に多数配置された形状をとる。ここで用いられる格子模様としては、上記したような四角格子の他に三角格子、六角格子等規則的に描かれるものであれば良い。このように凸部を配置した場合には、スライダを静止して磁気記録媒体を回転させた場

合、凸部が断続的にスライダ全面に対するため、スライダに付着した微小塵埃を除去する効果大きい。またこの例の場合には、凸部間のすきまは、磁気記録媒体の内周から外周にかけて直線的に連続するため、磁気ヘッドと磁気記録媒体の間に微小塵埃が侵入した場合でも、遠心力により微小塵埃が外周側に除去されやすい。この例では、一平方ミリメートル当りの凸部の面積比率は磁気ディスク全面に亘って約 $20\%$ であり、一平方ミリメートル当りの凸部の個数は磁気ディスク全面に亘って $62,500$ 個である。

【0082】なお、上記以外でも、磁気ヘッドに付着した微小塵埃を除去する作用及び磁気記録媒体と磁気ヘッドの間に介在する微小塵埃を磁気記録媒体の外周方向に排除する作用を有するように配置された凸部であれば、他の配置でもかまわない。

【0083】表面保護層表面に具備される凸部の高さは、 $5\text{nm}$ 以上、 $40\text{nm}$ 以下の範囲でほぼ一定であることが望ましい。凸部の高さが $5\text{nm}$ よりも低くなると磁気ヘッドと磁気記録媒体の摩擦力及び吸着力低減の効果が小さくなっていく。凸部の高さが $40\text{nm}$ よりも高くなると記録再生時に磁気ヘッドと凸部間の凹部の磁性層との距離が大きくなるため出力が低下し、また磁気ヘッドの浮上安定性が損なわれていく。また、凸部の高さが不均一であると高い部分が突起となるため浮上安定性に対して好ましくない。

【0084】表面保護層表面に具備される凸部の半径方向での幅は $0.1\mu\text{m}$ 以上、 $10\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.3\mu\text{m}$ 以上、 $3\mu\text{m}$ 以下が望ましい。凸部の幅が $0.3\mu\text{m}$ よりも小さくなると凸部形成時の精度が得られにくくなるおそれがある。凸部の幅が $3\mu\text{m}$ よりもおきくくなると、磁気ヘッドと磁気記録媒体の摩擦力及び吸着力低減の効果が小さくなっていくおそれがある。

【0085】表面保護層表面に具備される凸部の面積比率は、 $0.1\%$ 以上、 $80\%$ 以下、好ましくは $0.5\%$ 以上、 $70\%$ 以下が望ましい。凸部の面積比率が $0.5\%$ よりも小さいと、僅かな面積で磁気ヘッドを支えることになるため凸部の部分が摩耗しやすく、長期にわたる振動耐久性が低下する。また凸部の面積比率が小さくなるとヘッドの浮上安定性が損なわれる恐れがある。凸部の面積比率が $70\%$ よりも大になると、磁気ヘッドと磁気記録媒体の摩擦力及び吸着力低減の効果が小さくなっていく。

【0086】表面保護層の凸部が形成される範囲は、磁気記録媒体の全面としてもよいが、磁気記録媒体が組み込まれる磁気ディスク装置の仕様により、コンタクト・スタート・ストップ(CSS)ゾーンが専用に設けられる場合には、その部分のみに形成してもよい。その理由は、これまで述べてきたように磁気ヘッドとの摩擦力や吸着力、微小塵埃の影響等は、主に磁気ディスク装置の起動、停止時に問題となるもので、磁気ヘッドが安定に

浮上している状態では凸部を形成する効果が比較的少ないためである。

【0087】保護層の材料は、耐摩耗性の観点から硬度の高いものが望ましい。このような材料としては、例えばAl, Si, Ti, V, Cr, Zr, Nb, Mo, Hf, Ta, W等の金属の酸化物、窒化物、炭化物、及びC, BN等を単独又は二種以上複合にしたものが望ましい。また磁気ディスク装置としてみた場合には、磁気記録媒体の保護層材料の硬度は、組み合わされる磁気ヘッドのスライダ材料の硬度に比べて同等以上であることが望ましい。これは、摺動によって摩耗が発生した場合、保護層が摩耗すると磁気記録媒体の特性劣化を起こしやすいが、スライダ側の微小な摩耗は磁気ヘッドの特性には比較的影響しにくいためである。そのような組み合わせの具体例としては、例えば上記の保護層材料とMn-Znフェライトスライダの組み合わせ等が考えられる。

【0088】本発明による磁気記録媒体を形成する具体的な方法は以下の通りである。鏡面加工された非磁性円板状の基板に磁性層及び保護層を形成する。基板と磁性層のあいだには中間層を形成する場合もある。保護層の表面に凸部を形成する方法としては、保護層表面に所望のマスクパターンを例えばリソグラフィ技術により形成した後、エッチングを行ない、マスクパターンで覆われなかった部分のみを選択的に均一エッチングして保護層の膜厚以下で一定深さまで除いた後、マスクパターンを除去する方法が好ましい。ここで用いられるエッチング方法は、イオンミリングや反応性プラズマ処理等のドライエッチングや湿式のエッチング等の中から保護層の材料に応じて選択される。また、ここで用いられる保護層は、均一な一層構造として上層のみがエッチングされる条件で上記のパターン形成を行えば、一定膜厚の下層保護層上に一定高さの上層保護層材料よりなる凸部を形成することができる。

【0089】凸部を形成する他の方法としては、保護層の表面に光、レーザ又は荷電粒子のビーム照射により硬化しうる物質を膜状に形成し、この膜面に光、レーザ又は荷電粒子のビームを所望の位置に規則的に照射して部分的に硬化させた後、未硬化部を除去することによっても同様に形成できる。

【0090】なお、上記方法以外でも、最終的に得られる凸部の形状が所望のものであれば、他の方法を用いても構わない。例えば、鏡面加工された非磁性円板上に磁性層及び保護層を形成した円板上に、光分解性の有機金属ガスを導入して、レーザビームを円板上に周期的且つ規則的に照射して、選択的に金属を折出させる方法（レーザCVD法）等によっても同様な形状の凸部を形成することができる。

【0091】上記のように表面に凸部を形成した保護層の上には、必要に応じて潤滑層が形成されて磁気記録媒

体となる。

【0092】なお、上記製造方法では、保護層の表面に凸部を形成する方法を示したが、同様な方法によって例えば鏡面加工された基板上に凸部を形成した後、中間層、磁性層、保護層および潤滑層を各々一定厚さで形成すれば、基板上に形成した凸部形状は磁気ディスク表面まで実質的に維持されるため、同様な表面形状を有する磁気記録媒体を得ることができる。

【0093】第8図は、本発明の一実施例による磁気ディスク装置の構成を示す概略図である。

【0094】磁気ディスク装置は、第8図に示す符号11～18の構成要素及びボイスコイルモータ制御回路を含む。

【0095】符号11はベース、符号12はスピンドルである。

【0096】一つのスピンドルに図のように複数枚の円板状の磁気ディスク14が取り付けられる。

【0097】第8図では、1つのスピンドルに五枚の磁気ディスク14を設けた例が示されているが、五枚に限るものではない。

【0098】また、このように一つのスピンドル12に複数枚の磁気ディスク14を設けたものを複数個設置してもよい。

【0099】符号13はスピンドル12を駆動し、磁気ディスクを回転するためのモータすなわち磁気ディスク回転制御手段である。

【0100】符号15はデータ用磁気ヘッドを示し、符号15aは位置決め用磁気ヘッドを示している。

【0101】符号16はキャリッジ、符号17はボイスコイル、符号18はマグネットである。

【0102】ボイスコイル17とマグネット18によりボイスコイルモータが構成される。

【0103】そして符号16、符号17、符号18の要素によりヘッドの位置決めがなされる。従って符号16、17、18を含めて磁気ヘッド位置決め機構と総称する。

【0104】ボイスコイル17と磁気ヘッド15及び15aとは、ボイスコイルモータ制御回路を介して接続されている。

【0105】第8図において、上位装置とは例えばコンピュータシステムを示し、磁気ディスク装置に記録された情報を処理する機能を有するものである。その記録再生方法は、操作開始前には磁気ヘッドと磁気記録媒体が接触状態であるが、磁気記録媒体を回転させることにより磁気ヘッドと磁気記録媒体の間に空間を作り、この状態で記録再生を行なう。操作終了時には磁気記録媒体の回転が止まり、磁気ヘッドと磁気記録媒体は再び接触状態となる。これをコンタクト・スタート・ストップ方式、以下CSS方式と称する。

【0106】第9図と第10図および第11図は、磁気

10

20

30

40

50



記録媒体表面の平面図であり、凸部の配置の例を示している。第9図および第10図は本発明であり、第11図は比較例である。

【0107】正方形の枠は磁気記録媒体表面の200 $\mu$ m四方の範囲を示している。

【0108】第11図の比較例は、円周方向に連続した凸部を形成した例を示している。

【0109】以下より具体的な実施例により、本発明をさらに詳細に説明する。

【0110】〔実施例1〕外径5.25インチのアルミニウムに合金円板の表面に無電解めっき法によりNi-P下地膜を15 $\mu$ m厚さに形成し、下地膜を10 $\mu$ mまで研磨して、触針式表面粗さ計で測定した平均粗さ(Ra)3nm以下、最大粗さ(Pmax)7nm以下になるように鏡面加工した。

【0111】こうして得られた基板上に、スパッタ法によりCr中間層を0.2 $\mu$ m厚さ、Co-Ni磁性層を40nm厚さ、C保護層を20nm厚さに形成した。C保護層の表面にポジ型レジスト(東京応化、OFPR800)を約0.5 $\mu$ m厚さに塗布し、第4図に示した形状で凸部分のみ光が透過しないように形成したフォトマスクを密着させて露光した後現像し、C保護層の表面に、図4に示した形状で凸部分のみレジストが残っているマスクパターンを形成した。

【0112】この円板を、イオンミリング装置を用いてアルゴンイオンビームを30秒間全面に照射して、マスクパターンを形成していない部分を均一にエッチングした後、レジスト除去液によりマスクパターンを除去して、保護層表面に規則的に配置された凸部を形成した。

【0113】こうして得られた円板の表面に、潤滑層としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約5nm厚さに塗布して磁気記録媒体を作製した。形成した凸部の高さを、磁気記録媒体表面の任意の10点で、走査型トンネル顕微鏡(Scanning Tunneling Microscope, STM)及び触針式表面粗さ計により測定した結果、いずれの測定点でも凸部の高さは10nmであった。オージェ電子分光法により得られた磁気記録媒体の表面を測定したところ、Co及びNiは検出されず、磁性層の露出部分のないことを確認した。凸部の大きさ及び凸部間の間隔は、図4に示すとおりである。

【0114】本実施例の磁気記録媒体の、半径方向での断面構造の模式図を図1に示す。図1において、符号1はアルミニウム合金円板、2は下地層、3は中間層、4は磁性層、5は保護層、6は潤滑層を示す。円板1と下地層2によって基板が構成される。なお本実施例では、凸部の面積比率は全面にわたり約22%である。

【0115】〔実施例2〕フォトマスクとして図5に示した形状で凸部のみ光が透過しないように形成した物を用い、C保護層の厚さを30nmとし、凸部を形成するためのイオンミリングによるエッチング時間を1分とし

たほかは、実施例1と同様な方法で磁気記録媒体を作製した。走査型トンネル顕微鏡及び触針式表面粗さ計により磁気記録媒体表面の任意の10点で凸部の高さを測定した結果、いずれの測定点でも凸部の高さは20nmであった。凸部の大きさ及び凸部間の間隔は図5に示すとおりである。図7に本実施例による磁気記録媒体表面の凸形成部を、半径方向で触針式表面粗さ計により測定した結果の一例を示す。なお本実施例では、凸部の面積比率は全面にわたり約19%である。

【0116】〔実施例3〕フォトマスクとして、図6に示した形状で凸部のみ光が透過しないように形成した物を用いた他は実施例1と同様な方法で磁気記録媒体を作製した。STM及び触針式表面粗さ計により磁気記録媒体表面の任意の10点で丘の高さを測定した結果、いずれの測定点でも、凸部の高さは10nmであった。凸部の大きさ及び凸部間の間隔は図6に示すとおりである。

【0117】本実施例の磁気記録媒体の、半径方向での断面構造の模式図を図2に示す。なお本実施例では、凸部の面積比率は全面にわたり約20%である。

【0118】〔実施例4〕保護層としてSiCをスパッタ法で20nm厚さに形成し、凸部を形成するためのイオンミリングによるエッチング時間を20秒としたほかは、実施例1と同様な方法で磁気記録媒体を作製した。触針式表面粗さ計により磁気記録媒体表面の任意の10点で凸部の高さを測定した結果、いずれの測定点でも凸部の高さは10nmであった。

【0119】〔実施例5〕保護層として、メタン-水素混合ガスを原料としたプラズマCVD法で20nm厚さは形成したC膜(いわゆるi-C)を用い、凸部を形成するためのイオンミリングによるエッチング時間を1分としたほかは、実施例1と同様な方法で磁気記録媒体を作製した。触針式表面粗さ計により磁気記録媒体表面の任意の10点で凸部の高さを測定した結果、いずれの測定点でも凸部の高さは10nmであった。

【0120】〔実施例6〕実施例1と同様に基板1上にNi-P下地層2を形成し、この上にスパッタ法によりCr中間層3を0.2 $\mu$ m厚さ、Co-Ni磁性層4を40nm厚さ、第一保護層5aとしてSiCを10nm厚さ、第二保護層5bとしてCを10nm厚さに形成した。C第二保護層5bの表面に実施例1と同様な方法でマスクパターンを形成し、酸素アッシャー装置を用いて酸素プラズマに1分間さらした後、レジスト除去液によりマスクパターンを除去した。得られた円板表面を分析したところ、マスクパターンのなかった部分では、Cは酸素プラズマのエッチングにより消失してSiCが露出し、マスクパターンの部分のみにCが凸状に残存し凸部7が形成されていることがわかった。触針式表面粗さ計により円板表面の任意の10点で凸部7の高さを測定した結果、いずれの測定点でも凸部7の高さは10nmで

あったことから、酸素プラズマによってSiCはほとんどエッチングされていないことがわかる。つまり、凸部7は第二保護層5bに形成される。また、第一保護層5aとして用いたSiCは耐食性を有するものである。

【0121】こうして得られた円板の表面に、潤滑層6としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約5nm厚さに塗布して磁気記録媒体14を作製した。

【0122】〔実施例7〕実施例1と同様の基板上に、スパッタ法によりCr中間層を0.2μm厚さ、Co-Ni磁性層を40nm厚さ、保護層としてSiCを10nm厚さに形成した。SiC保護層の表面に、テトラヒドロキシシランの溶液を約15nm厚さにスピン塗布した後、スポット径2μmに集光したArレーザを、図4に示したパターンで凸部分のみに選択的に照射して、照射部のテトラヒドロキシシランをSiO<sub>2</sub>に変化させて硬化した後、未硬化部のテトラヒドロキシシランを洗浄除去して、図4に示すように保護層表面に規則的に配置された凸部を形成した。

【0123】こうして得られた円板の表面に、潤滑層としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約5nm塗布して磁気記録媒体を作製した。形成した凸部の高さを、磁気記録媒体表面の任意の10点で、触針式表面粗さ計により測定した結果、いずれの測定点でも凸部の高さは10nmであった。

【0124】なお本実施例では、凸部の面積比率は全面にわたり約22%である。

【0125】〔実施例8〕基板として、触針式表面粗さ計で測定した平均粗さ(Ra)2nm以下、最大粗さ(Rmax)5nm以下になるように鏡面加工した外径5.25インチの強化ガラス円板を用いたほかは、実施例1と同様な方法で磁気記録媒体を作製した。触針式表面粗さ計により磁気記録媒体表面の任意の10点で凸部の高さを測定した結果、いずれの測定点でも凸部の高さは10nmであった。

【0126】〔実施例9〕実施例1と同様の基板上に、直接実施例1と同様な方法でマスクパターンを形成し、イオンミリング装置によりアルゴンイオンビームを10秒間全面に照射した後マスクパターンを除去して、基板表面に規則的に配置された凸部を形成した。触針式表面粗さ計により基板表面の任意の10点で凸部の高さを測定した結果、いずれの測定点でも凸部の高さは10nmであった。

【0127】この基板上に実施例1と同様な方法で中間層、磁性層、保護層をスパッタ法で形成し、保護層の上にそのまま潤滑層としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約5nm厚さに塗布して磁気記録媒体を作製した。触針式表面粗さ計により磁気記録媒体表面の任意の10点で凸部の高さを測定した結果、いずれの測定点でも凸部の高さは10nmであり、基板上に形成した凸部形状が磁気記録媒体表面まで実質的に維持されているこ

とを確認した。

【0128】本実施例の磁気記録媒体の、半径方向での断面構造の模式図を図3に示す。

【0129】〔比較例1〕実施例1と同様の基板上に、実施例1と同様な方法で中間層、磁性層、保護層をスパッタ法で形成し、保護層の上にそのまま潤滑層としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約5nm厚さに塗布して磁気記録媒体を作製した。凸部は形成しなかった。

【0130】〔比較例2〕実施例1と同様の基板を回転させながら、研磨砥粒を含ませたバフを押しつけて研磨し、ほぼ円周方向に沿った連続溝を形成した。こうして得られた基板表面は、触針式表面粗さ計で測定して平均粗さ(Ra)10nm、最大粗さ(Rmax)35nmであった。

【0131】この基板上に、実施例1と同様な方法で中間層、磁性層、保護層をスパッタ法で形成し、保護層の上にそのまま潤滑層としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約5nm厚さに塗布して磁気記録媒体を作製した。

【0132】〔比較例3〕実施例1と同様に基板上に、スパッタ法によりCr中間層を0.2μm厚さ、Co-Ni磁性層を40nm厚さ、保護層としてCを40nm厚さ形成した。この円板を回転させながら、研磨砥粒を含ませたバフを押しつけてC保護層を約10nm厚さに研磨し、ほぼ円周方向に沿った溝を形成した。そして円板表面に、潤滑層としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約5nm厚さに塗布して磁気記録媒体を作製した。

【0133】こうして得られた磁気記録媒体表面は、触針式表面粗さ計で測定して平均粗さ(Ra)10nm、最大粗さ(Rmax)30nmであった。

【0134】〔比較例4〕実施例1と同様の基板上に、スパッタ法によりCr中間層を0.2μm厚さ、Co-Ni磁性層に40nm厚さ、保護層としてCを30nm厚さに形成した。

【0135】この円板をスパッタ装置中で逆スパッタしてC保護層を約10nm厚さまでエッチングした。

【0136】得られた円板の表面に、潤滑層としてパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤を約5nm厚さに塗布して磁気記録媒体を作製した。

【0137】こうして得られた磁気記録媒体表面は、触針式表面粗さ計で測定して平均粗さ(Ra)8nm、最大粗さ(Rmax)15nmであった。

【0138】〔比較例5〕フォトマスクとして、幅2μm、ピッチ10μmの同心円状の部分で光が透過しないように形成した物を用いた他は実施例1と同様な方法で磁気記録媒体を作製した。磁気記録媒体表面を電子顕微鏡により観察して、幅2μm、ピッチ10μmの同心円状の凸部が全面に形成されていることを確認した。ST

M及び触針式表面粗さ計により磁気記録媒体表面の任意の10点で凸部の高さを測定した結果、いずれの測定点でも、凸部の高さは10nmであった。本比較例の凸部の配置は図11に示すとおりである。

【0139】なお本実施例では、凸部の面積比率は全面にわたり20%である。

【0140】以上の実施例及び比較例により得られた磁気記録媒体について、Mn-Znフェライト磁気ヘッドを用いて図8に示す磁気ディスク装置を構成し、CSS試験30,000回前後でCSS領域内での外観検査、磁気ヘッドとの吸着力、摩擦力の測定、磁気ヘッドの最低浮上保証高さの測定、記録再生試験を行った。なお定常回転時の磁気ヘッドの浮上量は、0.1μmで行った。試験結果を図12に示す。

【0141】図12に示すように、凹凸を形成していない比較例1では初期の吸着力、摩擦力が大きく、CSS後の増加も大きい。このためCSS後に表面に線状の摺動痕が発生しており、この損傷により浮上特性試験及び記録再生試験での特性劣化が著しい。

【0142】基板上に研磨法で凹凸を形成した比較例2では、比較例1に比べればCSS後の特性劣化は小さいが依然として特性劣化がかなりあり、初期にも浮上特性が悪く、記録再生試験でエラーが発生している。これは、比較例2においては研磨過程で局部的突起を生成しやすいためと考えられ、この部分がCSS後のビット状の剥離を引き起こしたと考えられる。また比較例2では、基板上に凹凸を形成しているため、上に形成される磁性層も凹凸をもち、初期でもS/N比が低い。

【0143】保護層上に研磨法で凹凸を形成した比較例3では、比較例2と同様に研磨過程での局部的突起によると考えられる浮上特性の不良や、エラーが初期にも発生している。比較例3では、磁性層はほぼ平坦なため、比較例2に比べれば初期のS/N比が高いが、それでも不十分である。これは保護層に形成した凹凸の形状が不均一であるため、磁気ヘッドの浮上安定性が十分でないためである。またCSS後の特性劣化も大きく、これは剥離部等の発生により磁気ヘッドの浮上安定性がさらに損なわれたためと考えられる。

【0144】保護層上に逆スパッタで凹凸を形成した比較例4では、初期にはエラーがみられないが、浮上特性は依然として不十分であり、S/N比もやはり若干低くなっている。これは比較例3と同様に保護層に形成した凹凸の形状が不均一であるため、磁気ヘッドの浮上安定性が十分でないためである。またCSS後の特性劣化がかなりあるが、この原因を解明するためCSS後の剥離部を分析したところ、微小塵埃が食い込んで剥離が発生していることがわかった。このため、比較例4では磁気ヘッドと磁気記録媒体の間に微小塵埃が介在することによる剥離部の発生により、磁気ヘッドの浮上安定性がさらに損なわれ特性が劣化したものと考えられる。なお比較

例2, 3の場合もCSS後の剥離部を分析したところ、同様に微小塵埃が食い込んで剥離が発生している部分が見出された。

【0145】保護層上に同心円状の假想的な凸部を形成した比較例5では、初期の特性は良好であるが、CSS後の特性劣化が大きい。この原因を解明するためCSS後の剥離部を分析したところ、剥離部周辺に微小塵埃が堆積しており、その一部が食い込んで剥離が発生していることがわかった。このため比較例5では磁気ヘッドの浮上安定性が損なわれ特性が劣化したものと考えられる。

【0146】これに対し本実施例による磁気記録媒体は、CSS前に良好な特性を示し、CSS後の特性劣化も小さい。これは、本実施例で形成した規則的な凹凸形状が、局部的突起を持たないため、磁気ヘッドの浮上安定性が良好なためである。

【0147】特に、実施例1から実施例8の場合のように、平坦な基板上に中間層、磁性層及び保護層を形成し、保護層の表面にヘッド又は磁気記録媒体に付着した微小塵埃を速やかに除去しうるように規則的に配置された微小凹凸形状を与え、保護層上に潤滑層を形成した場合には、磁気ヘッドとの摩擦力や吸着力が低く、記録再生特性が良好であり、磁気ヘッドの浮上安定性を保証し、長期に亘って特性劣化の小さい磁気記録媒体を得ることができる。

【0148】また実施例9のように基板上に上記作用を有する微小凹凸形状を与え、その上に中間層、磁性層、保護層及び潤滑層を形成した場合でも、磁性層が凹凸をもつことにより実施例1から実施例8に比べてS/N比の若干の低下が見られるものの、凹凸の大きさが小さいため、S/N比の低下量は小さく、またそれ以外の特性は良好である。

【0149】上記した様に本実施例によれば、磁気記録媒体の表面に磁気ヘッド又は磁気記録媒体に付着した微小塵埃を速やかに除去しうるように規則的に配置された微小凹凸形状を与えることにより、磁気ヘッドとの摩擦力や吸着力が低く、記録再生特性が良好であり、磁気ヘッドの浮上安定性を保証し、長期に亘って特性劣化の小さい磁気記録媒体を得ることができる。

【0150】

【発明の効果】本発明によれば、磁気ヘッドとの摩擦力や吸着力が低く、低浮上量においても磁気ヘッドの浮上安定性を保証し、長期に亘って特性劣化の小さい磁気記録媒体を再現性良く提供することができる。また、磁気記録媒体を構成する保護層を第一保護層と第二保護層に分け、凸部は第二保護層に形成し、この第二保護層の下層に耐食性を有する第一保護層を形成することにより、上記効果に加えて耐食性を有する磁気記録媒体を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例による磁気記録媒体の、半径方向での断面構造を示す斜視図

【図2】 本発明の一実施例による磁気記録媒体の、半径方向での断面構造を示す斜視図

【図3】 本発明の一実施例による磁気記録媒体の、半径方向での断面構造を示す斜視図

【図4】 本発明の一実施例の磁気記録媒体表面に形成する凸部の配置を示す一部平面図

【図5】 本発明の一実施例の磁気記録媒体表面に形成する凸部の配置を示す一部平面図

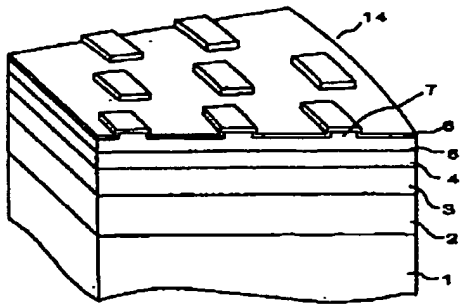
【図6】 本発明の一実施例の磁気記録媒体表面に形成する凸部の配置を示す一部平面図

【図7】 本発明の一実施例による磁気記録媒体の凸形成部を、半径方向で触針式表面粗さ計で測定し結果の一例を示すグラフ

【図8】 本発明の磁気ディスク装置の一実施例を示す

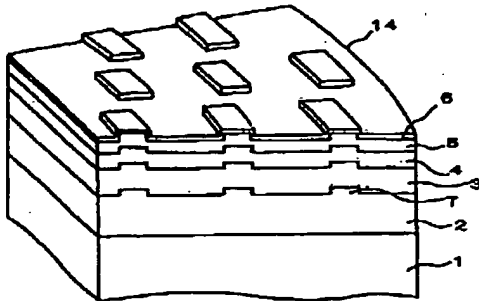
【図1】

図 1



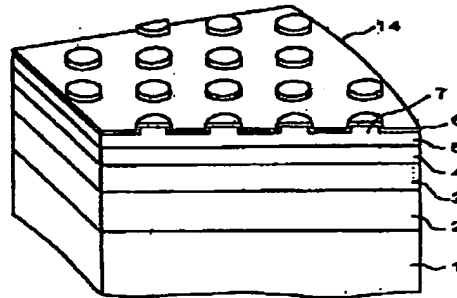
【図3】

図 3



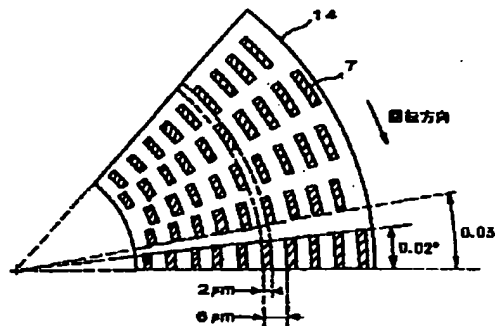
【図2】

図 2



【図4】

図 4



#### 概略構成図

【図9】 磁気記録媒体表面の凸部の形状、分布の一例を示す平面図

【図10】 磁気記録媒体表面の凸部の形状、分布の一例を示す平面図

【図11】 磁気記録媒体表面の凸部の形状、分布の一例を示す平面図

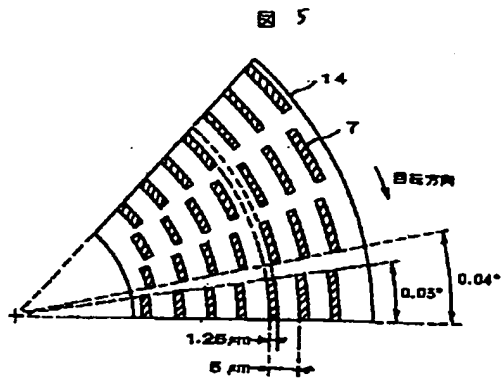
【図12】 本発明の一実施例による磁気記録媒体の、半径方向での断面構造を示す斜視図。

10 【図13】 CSS試験の結果を表す図

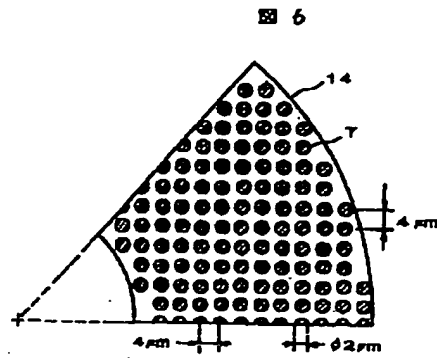
【符号の説明】

1…アルミニウム合金円板、2…下地層、3…中間層、4…磁性層、5…保護層、5a…第一保護層、5b…第二保護層、6…潤滑層、7…凸部、13…磁気ディスク回転制御手段、14…磁気記録媒体（磁気ディスク）、15…磁気ヘッド。

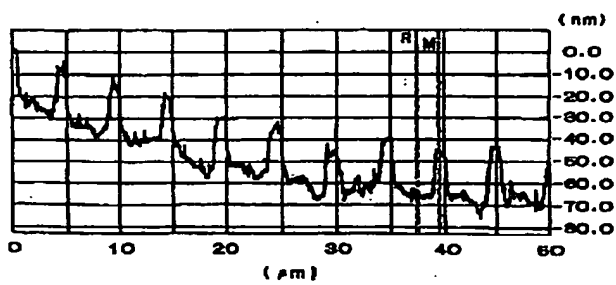
【図5】



【図6】

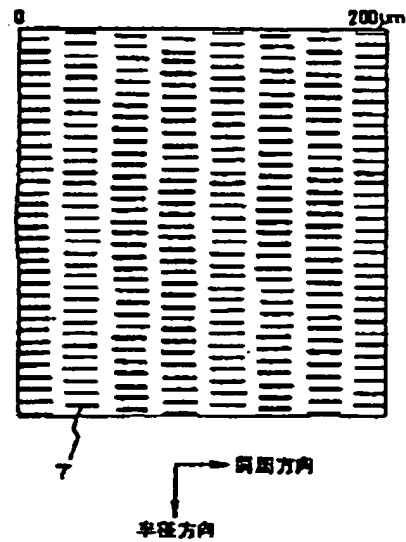


【図7】



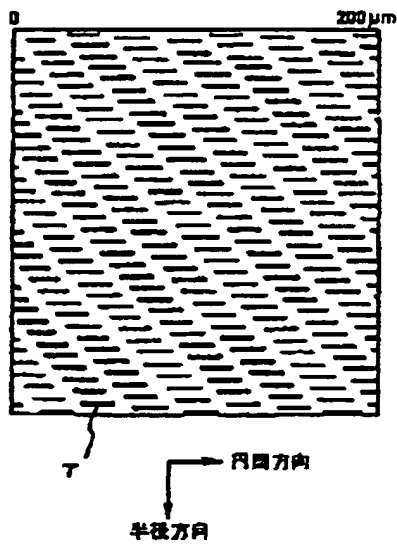
【図9】

図 9



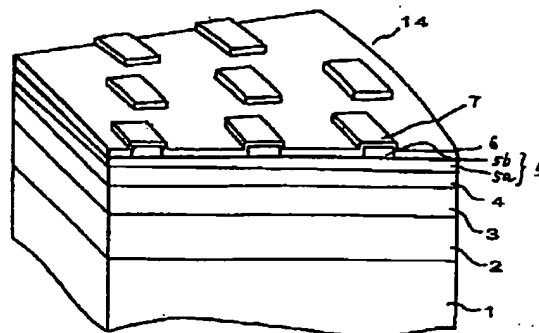
【図10】

図 10



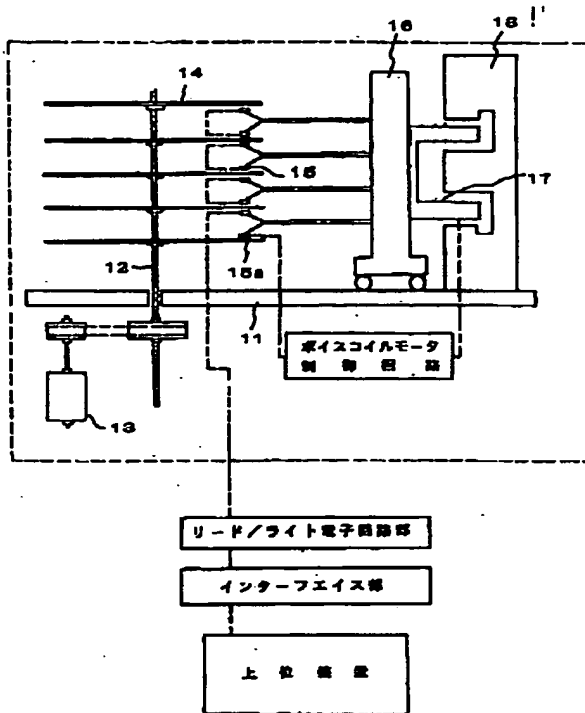
【図12】

図 12



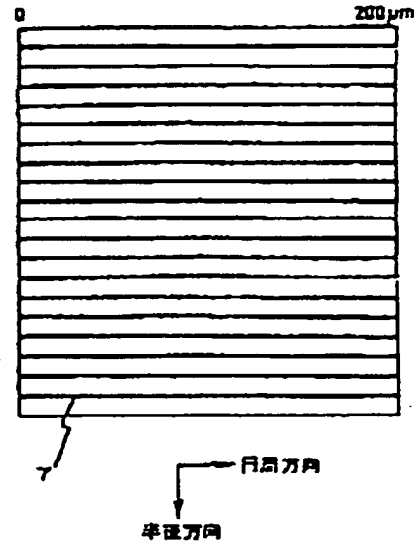
【図8】

8



【图 1 1】

11



【図13】

图 1.3.

(各特性はCSS 30,000個数のもの、〔 〕内はCSS 前の初期のもの)

	外觀検査	吸着力 (gf)	摩滅力 (摩滅係数)	最軽浮上保証 高さ (mm)	記録再生試験 エラー数 (組/時)	S/N比 (dB)
実施例1	優 々 し	5.0 (3.0)	0.33 (0.19)	0.025 (0.020)	0 (0)	34 (35)
実施例2	優 々 し	4.5 (2.6)	0.29 (0.16)	0.033 (0.027)	0 (0)	32 (34)
実施例3	優 々 し	4.8 (2.6)	0.33 (0.18)	0.024 (0.020)	0 (0)	33 (35)
実施例4	優 々 し	5.1 (3.1)	0.34 (0.19)	0.023 (0.019)	0 (0)	32 (34)
実施例5	優 々 し	4.8 (2.9)	0.30 (0.18)	0.025 (0.020)	0 (0)	34 (35)
実施例6	優 々 し	5.2 (3.1)	0.32 (0.19)	0.025 (0.021)	0 (0)	33 (35)
実施例7	優 々 し	5.1 (2.7)	0.31 (0.20)	0.023 (0.020)	0 (0)	32 (33)
実施例8	優 々 し	4.8 (2.8)	0.30 (0.19)	0.022 (0.019)	0 (0)	35 (36)
実施例9	優 々 し	5.0 (2.6)	0.32 (0.19)	0.025 (0.021)	0 (0)	30 (31)
比較例1	横状磨損痕	32 (1.1)	2.0 (0.4)	>0.1 (0.017)	34 (0)	19 (35)
比較例2	ピット状剥離	15 (2.8)	1.2 (0.19)	>0.1 (0.083)	11 (2)	21 (26)
比較例3	ピット状剥離	14 (3.0)	1.1 (0.20)	>0.1 (0.070)	11 (1)	24 (29)
比較例4	ピット状剥離	12 (2.9)	0.89 (0.18)	>0.1 (0.040)	7 (0)	26 (30)
比較例5	ピット状剥離	11 (2.9)	0.82 (0.19)	>0.1 (0.020)	4 (0)	28 (34)

## フロントページの続き

(72)発明者 近藤 麻希  
茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
(72)発明者 大浦 正樹  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所小田原市工場内  
(72)発明者 三宅 芳彦  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所小田原市工場内

(72)発明者 加藤 義喜  
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会社日立製作所小田原市工場内  
(72)発明者 奥脇 東洋治  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 岡本 紀明  
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
(72)発明者 中川 宣雄  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内